

Manual del usuario

V 1.5

www.cropscanner.com
Marzo 2014

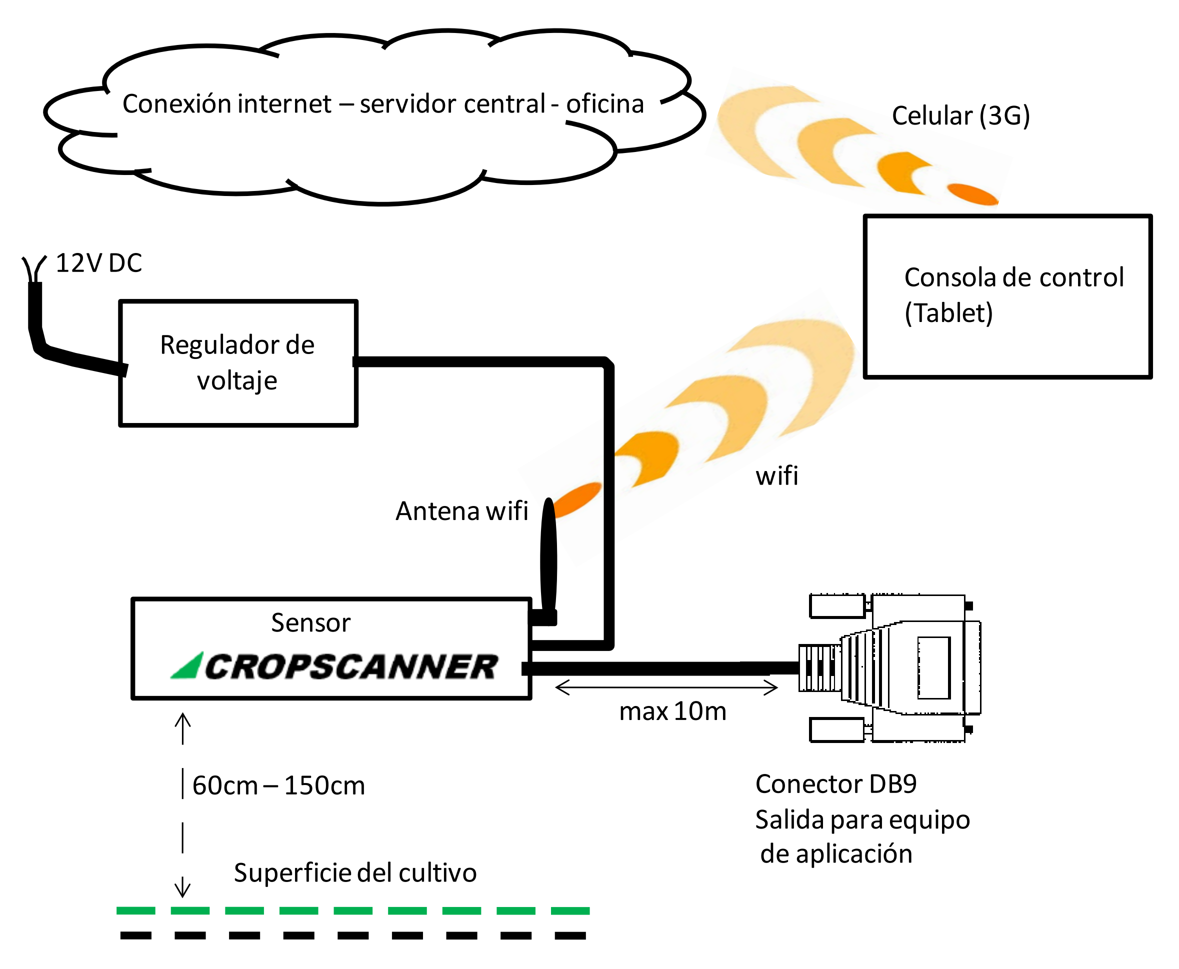
info@cropscanner.com

En este manual

Descripción general

CROPSCANNER es un sensor activo que permite distribuir mejor el fertilizante en el campo según las necesidades del cultivo, el rendimiento potencial alcanzable del cultivo dado su desarrollo actual y el rendimiento potencial esperado de cada parte de la chacra dadas limitaciones estructurales permanentes y no manejables (ambientes o zonas de manejo). Cada metro del campo es sensado en el momento de la aplicación por el sensor montado al frente del equipo de aplicación, el valor sensado se integra con la información de ambientes (si está disponible) y se envía una señal al equipo de aplicación con la dosis a aplicar. Todo en el mismo momento, sobre la marcha. Se genera un mapa de aplicación y un mapa de CI o NDVI del cultivo. Simple, usable, sin complicaciones. Totalmente adaptable a las necesidades de cada productor.

Figura 1. Descripción general del instrumento.



PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

El sensor emite luz hacia la superficie en tres longitudes de onda diferentes: Rojo (visible), Borde rojo (apenas visible) e infrarrojo (no visible). Parte de esta luz es reflejada por la superficie nuevamente y es sensada por los receptores del sensor. Cada receptor sensa una de las correspondientes longitudes de onda. La señal sensada es amplificada, y filtrada para separar la luz recibida que proviene del sensor de la luz ambiente (solar) que también es recibida por el receptor. El cociente entre la luz emitida y la luz recibida es la reflectancia según la ecuación 1.

$$R = \text{Luz reflejada} / \text{Luz emitida} \qquad (1)$$

De este modo se obtienen tres valores de reflectancia R660, R740 y R850 visibles en el cuadro superior izquierdo de la pantalla principal.

La reflectancia de luz en diferentes longitudes de onda depende de: 1) la cantidad de materia seca acumulada por el cultivo y su área foliar por unidad de superficie; 2) el contenido de clorofila por unidad de superficie de hoja. La luz roja es absorbida en mayor proporción en cultivos con mayores contenidos de clorofila por unidad de superficie y mayores acumulaciones de materia seca y área foliar, por lo que el valor de R660 será más bajo en estos casos. Por el contrario, la luz infrarroja es reflejada con mayor intensidad en cultivos con mayores acumulaciones de materia seca y área foliar, por lo que el valor de R850 será más alto. Para lograr interpretar mejor estos cambios, habitualmente se construyen índices entre los valores de reflectancia. Se ha observado que estos índices se relacionan bien con variables de interés agronómico. Dos índices ampliamente utilizados son el NDVI (Normalized Diference Vegetation Index) y el CI (Chlorophyll index) (ecuación 2 y 3)

$$NDVI = (R850-R660)/(R850+R660) \qquad (2)$$

$$CI = (R850/R740)-1 \qquad (3)$$

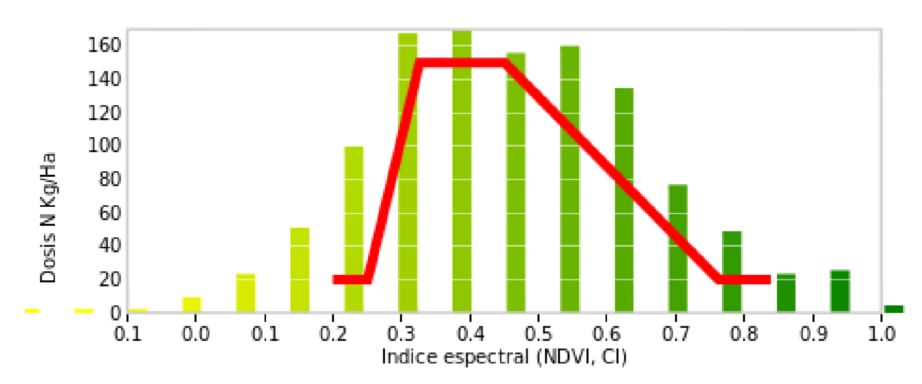
NDVI y CI se presentan en el cuadro superior izquierdo de la pantalla principal.

Tanto NDVI como CI pueden ser utilizados por CROPSCANNER. NDVI es más sensible que CI cuando la vegetación tiene porte bajo y poca área foliar (ej. Trigo o Cebada en Z22-Z30, Maíz en V6-V7). Pero una vez que los valores de área foliar superan los $3m^2m^{-2}$ NDVI varía poco en su valor y deja de ser útil como indicador. CI es de más valor en este rango y continúa variando, por lo que es recomendable para cultivos con mayor desarrollo (Trigo o Cebada posterior a Z30 durante encañazón, Soja posterior a R1, Maíz posterior a V8-10). Por este motivo en la pantalla de configuración se puede seleccionar el índice a utilizar, y es posible utilizar tanto CI como NDVI.

Para realizar la aplicación el valor relevado del índice debe ser relacionado con una dosis a aplicar de fertilizante. Esto se hace mediante un “modelo de aplicación” que vincula a

ambos. CROPSCANNER permite utilizar varios modelos de aplicación (seleccionables en la pantalla de configuración), pero el más útil es el de “Máximos y mínimos”. En este modelo el usuario define la dosis en Kg/Ha del nutriente a aplicar. Define el máximo a aplicar en la chacra, el mínimo, y la dosis a aplicar al cultivo promedio. Para lograr identificar el estado del cultivo antes de comenzar la aplicación es recomendable “calibrar” el sensor. Esto consiste en transitar con el equipo en modo calibrar por el campo, de manera de transitar por partes del campo que representen el máximo (mejor parte) y el mínimo (parte donde el cultivo esta peor). Una vez transitado se obtendrá un grafico como se muestra en la figura 2 donde se presentan en barras verdes la frecuencia (numero de medidas) obtenidas para cada valor del índice. Como se ve en este caso el valor promedio del índice en el lote es de 0.5 aproximadamente.

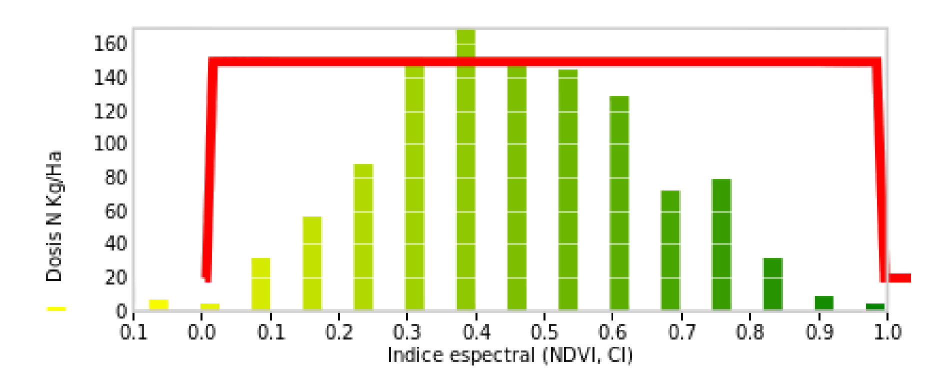
Figura 2. Modelo de máximos y mínimos



El usuario debe ingresar los valores de la dosis promedio, máxima y mínima a aplicar para cada ambiente de la chacra (--, A, B, C, D) si se cargó un mapa de ambientes, o para el ambiente (--) en el caso de no haber seleccionado ningún mapa de ambientes o haber seleccionado “Trabajar sin ambientes”.

El modelo de máximos y mínimos puede modificarse apretando el botón “MAS>>”, seleccionando “Calculo de limites automático” “off”, y cambiando los limites de NDVI o CI sobre el eje x del modelo de aplicación (línea roja). De este modo se puede definir un modelo de aplicación que cumpla con nuestras necesidades, ya que los límites se pueden cambiar de manera arbitraria. Esto además permite fijar una dosis independiente del valor medido por el sensor (figura 3) y realizar aplicación a dosis fija por ambientes para el caso de nutrientes como P y K.

Figura 3. Modelo de máximos y mínimos que define dosis única para todos los valores de medida del sensor, y así hacer aplicación a dosis fija por ambientes.



Durante la aplicación CROPSCANNER dosificará la dosis de fertilizante necesaria, según el valor medido del índice y el modelo de aplicación. Tenga en cuenta que la dosis a aplicar (que aparece en el display de su equipo de aplicación) es mayor ya que el parámetro "contenido de N del fertilizante %" lo aumenta proporcionalmente.

Al recorrer el lote, los valores de medida y aplicación son colectados por CROPSCANNER, y si hay conexión remota activa (señalizada en panel medio a la derecha) son enviados automáticamente a www.cropscanner.com/online donde pueden ser monitoreados en tiempo real por otro usuario (portador de usuario y contraseña) conectado a internet. El registro de aplicación del lote queda registrado en el servidor remoto para su descarga posterior, si es que hubo conexión durante la aplicación, o queda disponible en el mismo sensor, para luego ser descargado directamente desde allí o enviado al servidor central una vez que la conexión a internet esté activa.

Si la conexión a internet está activa, no sólo se puede monitorear la ubicación y funcionamiento del CROPSCANNER, sino que además se puede cargar mapas de ambiente y archivos de configuración (ej. parámetros del modelo de aplicación) desde cualquier maquina conectada a internet. Esto permite reducir el trabajo en el campo, y el funcionamiento operativo del equipo. Las tareas de crear mapas de ambientes, configurar el modelo de aplicación y configurar el equipo las puede realizar personal especializado en la comodidad de una oficina, reduciendo el trabajo en el equipo de aplicación a **sólo 2 clicks** (que son siempre los mismos) en los botones "inicio", "volver", "utilizar última calibración" y el equipo queda listo para "comenzar aplicación" y "detener aplicación".

ESPECIFICACIONES

Eléctricas	
Voltaje de alimentación	12 VDC nominal (11.0V – 15.5V)
Corriente	3 A nominal (5 A pico)
Mecánicas	
Dimensiones	L: 250mm W: 100mm H:80mm
Peso	1.0 Kg
Material de caja	Aluminio pintado resistente UV y corrosión
Aislación	IP66 (Protegido de polvo y agua)
Amplitud de onda de emisión	
Rojo	660nm ± 5nm FWHM
Borde Rojo	740nm ± 5nm FWHM
Infrarrojo	850nm ± 5nm FWHM
Comunicación salida	
Seleccionable	RS232, PWM (servo), Analógica (0-5Vdc)
Compatibilidad	Metalfor(Raven), Stara, Amazone, Bogballe, John Deere
Operativas	
Campo visual (IFOV)	30º circular
Altura de trabajo optima	0.6-1.5m
Iluminación ambiente (solar o artificial)	Insensible
Rechazo de luz ambiente	<500 Wm^{-2} de radiación solar incidente
Temperatura ambiente funcionamiento	<40ºC
Rocío sobre la vegetación	El equipo funciona. La reflectancia del cultivo mojado es menor comparado con el cultivo libre de rocío
Frecuencia de medida	100Hz
Frecuencia de envío de datos al equipo de aplicación	Valor agregado en celdas de 5x5m, al ingresar a una nueva celda (depende de la velocidad de transito)
Velocidad de transito máxima	35km $Hora^{-1}$
Conexión con sensor para carga y descarga de archivos localmente	Via wifi conectándose a la red ***displaycs*** y accediendo a la dirección http://192.168.43.10
Conexión con sensor para carga y descarga de archivos en forma remota, y para gestión y monitoreo de la aplicación	A través de internet, conectándose a http://www.cropscanner.com/online ingresando su nombre de usuario y contraseña.



ATENCION: no mirar el emisor de luz por tiempos prolongados, el emisor emite intensidades altas de luz en longitudes de onda no visibles, potencialmente perjudiciales para su vista.

INSTALACIÓN

El equipo será instalado por personal autorizado y capacitado.

La instalación consiste en:

- Montar con 4 tornillos al equipo de aplicación
- Conectar a 12V DC
- Conectar a equipo de aplicación el conector DB9 (RS232)
- Montar el tablet con ventosa de goma en la cabina del equipo de aplicación
- Pronto listo para aplicar !

OPERACIÓN E INTERFACE GRAFICA

ENCENDIDO

El sensor se enciende luego de encender la fuente de energía, que sirve de llave de corte general del sistema y presionar el botón encender en la parte posterior de la caja del sensor. Al presionar el botón se observara la siguiente secuencia de encendido:

1-Botón encendido presionado

2- Flash de luz de iluminación corto e intenso (rojo)

3- LED verde en cara inferior, junto a receptores hace 3 flash seguidos, se apaga 4 segundos y permanece encendido, indicando que la electrónica de los sensores está funcionando correctamente

4- El sensor demora aproximadamente 60 segundos en encenderse y quedar operativo. No requiere precalentamiento, está totalmente funcional luego de este periodo.

Luego encender el Tablet. Iniciar el navegador web si no se inició automáticamente. El equipo debería estar funcionando correctamente y verse la pagina principal (http://192.168.43.10) si esta no se ve, presionar reintentar hasta que aparezca.

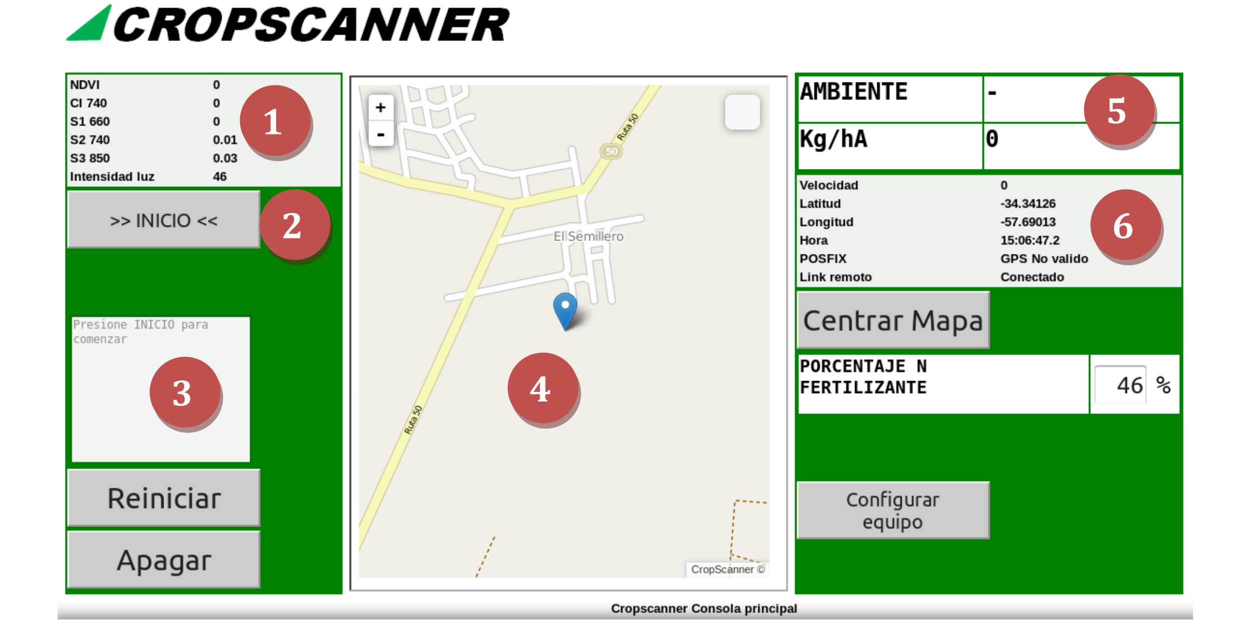
"Una vez encendido faltan solo 2 clicks

para comenzar a aplicar"

INTERFACE GRAFICA

El equipo comienza a funcionar en la pantalla principal. Desde esta se puede ingresar a otras pantallas que contaran siempre con un botón volver en la parte superior izquierda.

Figura 4. Pantalla principal



La pantalla principal cuenta con tres secciones. La sección izquierda muestra indicadores del sensor en la parte superior (1), botones de comando en la sección media (2), un panel de avisos y mensajes importantes (3) y los botones apagar y reiniciar. La sección media muestra el mapa con la ubicación del equipo. En este mapa se va pintando el transito del equipo con colores verde claro para valores altos de NDVI y verde más oscuro para valores más bajos (4). La sección derecha cuenta con indicadores de la aplicación (5), indicadores de GPS (6) y los botones "recalibrar" y "configurar equipo" en la parte inferior.

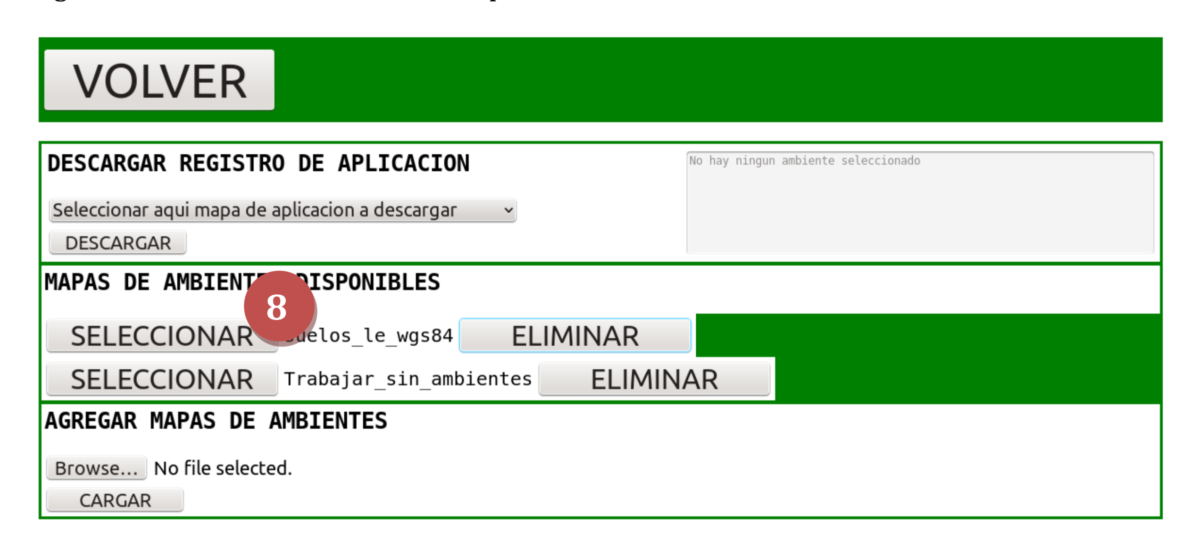
Para operar el equipo:

CLICK 1

Presione >>>INICIO<<<

Esto lo llevará a la pantalla de selección de mapas de ambientes. Si va a utilizar un mapa de ambientes, selecciónelo en la parte inferior (8), si va a trabajar sin ambientes, seleccione "Trabajar_sin_ambientes" o simplemente presione Volver.

Figura 5. Pantalla de selección de mapas de ambientes.

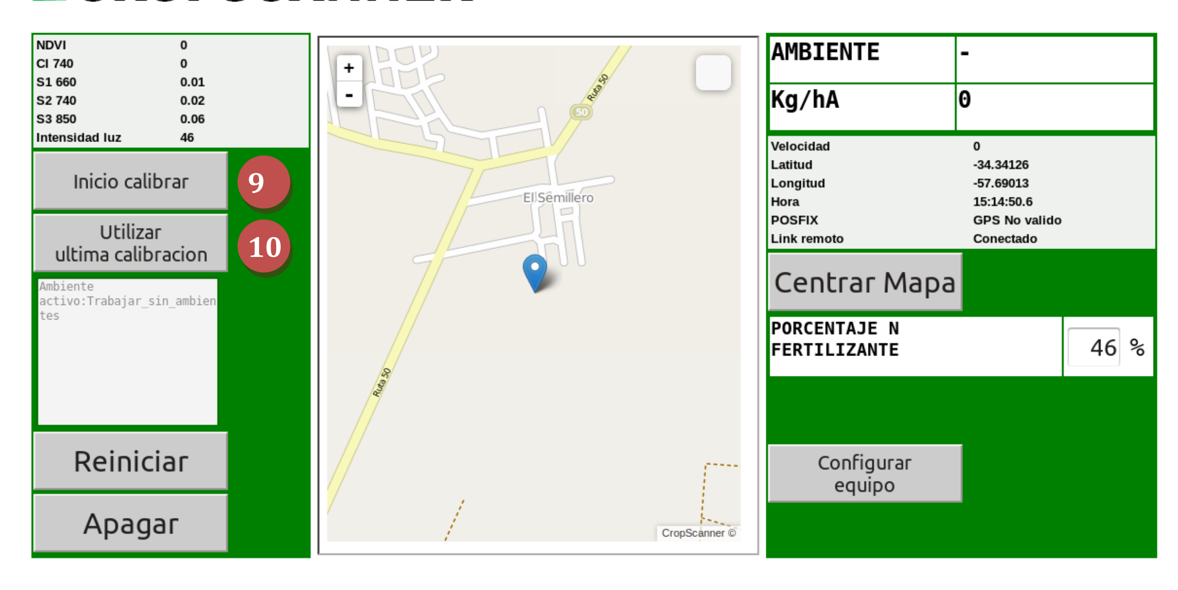


CLICK 2

Siguen dos opciones:

1) Presione Inicio calibrar (9) si desea calibrar el equipo, tal como se describió al inicio del documento. Si lo hace, el sensor se encenderá, y deberá transitar por una parte representativa del lote, por todos los ambientes que aparecen en su mapa de ambientes.
2) Presione Utilizar última calibración (10), si va a utilizar la última calibración que existe en el equipo, o una que fue cargada junto con el mapa de ambientes

Figura 6. Opciones de calibración para click 2



Si eligió la opción calibrar deberá completar los datos del modelo de máximos y mínimos, o dejar los que están allí y sólo presionar Volver para regresar a la pantalla principal.

Figura 7. Pantalla de calibración de modelo de máximos y mínimos



LISTO PARA APLICAR

Presione Comenzar aplicación (11) cuando esté listo para comenzar a aplicar y CROPSCANNER comenzará a dar instrucciones de dosis al equipo de aplicación.

Si desea chequear la calibración del equipo una vez que ya aplicó parte del lote, o en cualquier momento, lo puede hacer. Recomendamos presionar detener aplicación y luego recalibrar (12), lo que volverá a la pantalla calibrar y permitirá modificar la calibración actual. Si está en modo calcular límites automáticos estos se recalcularán automáticamente y los cambios quedaran activos a partir de este momento.

El botón reiniciar (13) simplemente vuelve al >>>INICIO <<< y permite seleccionar los mapas ambientes nuevamente, para cambiarlos si se equivocó por ejemplo.

Figura 8. Botones reiniciar y recalibrar

CROPSCANNER

NDVI 0
CI 740 0
S1 660 0
S2 740 0.01
S3 850 0.04
Intensidad luz 42
Comenzar aplicacion 11
Ambiente activo:Trabajar_sin_ambientes
Reiniciar 13
Apagar 14
El Semillero
Ruta 50
CropScanner ©
AMBIENTE -
Kg/hA 0
Velocidad 0
Latitud -34.34126
Longitud -57.69013
Hora 15:19:24.2
POSFIX GPS No valido
Link remoto Conectado
Centrar Mapa
PORCENTAJE N FERTILIZANTE 46 %
Recalibrar 12
Configurar equipo
Cropscanner Consola principal

Apagado

El equipo se apaga presionando el botón apagar en la parte inferior izquierda de la pantalla principal (14). Esto garantiza que toda la operación del equipo sea cerrada correctamente y la información guardada sin alteraciones. Alternativamente se apaga accionando la llave de corte general en la fuente de energía, lo que corta totalmente el flujo de energía al sistema.

Conexión remota

Cada CROPSCANNER se comunica si hay disponibilidad de señal de telefonía celular, automáticamente al servidor central de CROPSCANNER-ONLINE. Automáticamente cada 5 segundos envía información del estado del equipo, incluyendo su posición, velocidad y los valores relevantes del sensor.

Los usuarios pueden ingresar a http://www.cropscanner.com/online, allí deberán ingresar usuario y contraseña. Se desplegará entonces un mapa en el cual aparecerá la ubicación de todos los equipos registrados para el usuario. Si el ícono está de color verde, el equipo está conectado y está es su posición actual. Si está de color amarillo, el equipo está apagado y la posición indicada es la última posición registrada para este equipo. Haciendo click en el icono, se puede acceder al monitor web. El monitor web es muy similar a la consola principal y muestra muchos de los indicadores de funcionamiento de la consola principal en tiempo real (se actualiza cada 5 segundos). También permite cargar y descargar archivos desde y hacia el CROPSCANNER. Pueden ser cargados los archivos de ambientes y de configuración como se explicó anteriormente. Pueden ser descargados los registros de aplicación, incluyendo valores medidos y cantidad de fertilizante aplicado entre otros.

La conexión remota de CROPSCANNER fue ideada para permitir que un usuario altamente capacitado en el manejo de datos, mapas de ambientes y mapas de aplicación, pueda servir de soporte a varios equipos de aplicación en operación simultánea. De este modo el operario del equipo de aplicación no necesita instruirse en los detalles de carga y descarga de mapas, ni tampoco en los detalles del modelo de aplicación. Todas estas decisiones que en definitiva terminan impactando directamente en la calidad de la aplicación, en las dosis a aplicar y en la recomendación se pueden tomar con antelación o en el mismo momento de la aplicación, por alguien que centralice y supervise las decisiones. Esto puede realizarse desde cualquier equipo conectado a internet, desde la oficina, desde un celular smartphone o desde un tablet. El operario en el equipo de aplicación de este modo se concentra específicamente en la aplicación y las decisiones de dosis se manejan en otro ámbito, sin necesidad de estar en la misma chacra tomando las decisiones o trasladándose para cargar una tarjeta o memoria al equipo. Este sistema simplifica ampliamente la operativa de aplicación y permite un manejo avanzado, moderno de las aplicaciones, posibilitando el acceso de la agricultura de precisión a lugares, a productores, y empresas que operativamente no lo podían implementar en el pasado.

Conectividad con equipo de aplicación

CROPSCANNER es compatible vía RS232 con los equipos Metalfor(Raven), Amazone, Stara, Bogballe, y John Deere (TeeJet). La señal es configurable y puede ser fácilmente cambiada según las necesidades de conexión del usuario para comunicarse con otros equipos. Si tiene la necesidad de una conexión alternativa, contáctese con info@cropscanner.com y solucionaremos sus problemas de conexión. Por ejemplo también es posible comunicarse vía PWM (servo) o vía analógica (0-5V).

FAQs (preguntas frecuentes)

¿Por qué mi campo muestra cada año más variabilidad?

La agricultura continua en siembra directa conlleva inevitablemente a 1) la reducción de la capacidad de aportar nitrógeno de los suelos (potencial de mineralización) y 2) la estratificación de la materia orgánica dentro del suelo, con mayores contenidos de materia orgánica en la superficie. La menor capacidad de aporte de nitrógeno hace que el cultivo dependa en mayor proporción del fertilizante nitrogenado agregado para satisfacer sus necesidades. Por otro lado estos cambios no ocurren en forma uniforme en el lote, ya que existen diferencias en la capacidad de drenaje, en el contenido nativo de materia orgánica del suelo en sí mismo, y en el grado de erosión previa de cada parte del lote. La variabilidad existente también se "multiplica" a medida que pasa el tiempo ya que los rendimientos y por lo tanto la extracción y reciclaje de nutrientes con el rastrojo no son uniformes en el lote. Por estos motivos a medida que el sistema de agricultura continua en siembra directa avanza en el tiempo, los campos muestran más variabilidad. A menos que se tomen medidas de manejo para mitigar estas variaciones.

¿Para qué sirve CROPSCANNER?

CROPSCANNER permite sensar el estado del cultivo al momento de refertilizar. Esto nos permite tener una medida objetiva de: 1) el estado del cultivo y su potencial de rendimiento, dado el crecimiento actual. Ejemplo: en los sitios donde la emergencia fue pobre el rendimiento será menor y necesitara menos fertilizante que donde el cultivo está bien. 2) el potencial de rendimiento de cada zona del lote, lo que nos permite identificar aquellas que se comportan como "chacras viejas" y muestran bajos potenciales de mineralización.

Agregar fertilizante en exceso donde el cultivo no tiene capacidad de utilizarlo no tiene sentido, no es beneficioso, ni económicamente, ni productivamente, ni ambientalmente. Tampoco es rentable no aprovechar la capacidad de utilizar el fertilizante y concretar altos rendimientos en las partes del lote en que el cultivo tiene alto potencial de rendimiento.

Por estos motivos una decisión óptima e inteligente de refertilización debe basarse en el uso de indicadores objetivos del estado del cultivo que nos permitan distribuir mejor el fertilizante dentro del lote. Y esto es lo que hace CROPSCANNER.

¿POR QUÉ UTILIZAR MAPAS DE AMBIENTES?

Mas allá de la medida de CROPSCANNER pueden existir en el lote restricciones permanentes al rendimiento, que no podemos levantar con la refertilización con N. Normalmente los mapas de ambientes sirven para delimitar áreas que cuentan con el mismo tipo de restricciones permanentes no manejables. Ejemplos típicos de esto son los blanqueales con suelos salinos, o zonas de suelos superficiales o someros. En zonas con restricciones de este tipo, puede ocurrir que al momento de la refertilización el cultivo cuente con buen desarrollo y presente alto potencial de rendimiento. Lógicamente estas zonas debemos tratarlas de manera diferencial comparado con otras zonas del campo. Por esto CROPSCANNER permite cargar mapas de ambientes, y que el modelo de aplicación sea distinto para cada ambiente. De este modo podemos en base a conocimiento previo de cada zona limitar o potenciar las zonas que sabemos efectivamente tienen mayor o menor potencial de rendimiento. Un ejemplo característico del uso de ambientes ocurre en la refertilización de maíz. Al momento de refertilizar (V6-V10) puede que el cultivo tenga buen desarrollo en zonas de suelos superficiales. Sin embargo sabemos que en estos sitios sufrirá estrés hídrico a medida que avanza la estación de crecimiento. Es razonable entonces en estas zonas, limitar la aplicación de fertilizante nitrogenado ya que el cultivo no lo utilizara y concretara un rendimiento bajo.

¿EN QUÉ CULTIVOS PUEDO UTILIZAR CROPSCANNER?

Cereales de invierno y verano: TRIGO, MAIZ, CEBADA, SORGO

CROPSCANNER está diseñado para cuantificar el estado del cultivo por su contenido de clorofila en hoja y por su desarrollo (materia seca acumulada y área foliar) y diagnosticar necesidades de refertilización nitrogenada. Típicamente los cultivos que requieren mayor aporte por fertilización de nitrógeno son los cereales, tanto de invierno como de verano.

¿POR QUÉ SOJA?

Podemos medir otros cultivos que no requieran fertilización con N, como es el caso de la soja o cualquier otro cultivo que realice fijación biológica de nitrógeno. En estos casos es útil medir el cultivo para obtener un mapa del estado del cultivo, su vigor y rendimiento potencial, previo a la cosecha. Esto puede ser muy útil para guiar el manejo y la toma de decisiones. Medir con CROPSCANNER mientras el equipo de aplicación transita por el campo aplicando otros agroquímicos (no fertilizantes) solo cuesta "**2 clicks**".

¿MAPEAR EL CAMPO? ¿PARA QUÉ?

Por lo que explicamos en el punto anterior. Y además, solo cuesta "**2 clicks**".

El mapa de NDVI o CI nos permite complementar los mapas de rendimiento y tener una capa mas de información del cultivo. En efecto si el equipo de aplicación transita por el campo 3 veces durante el cultivo (herbicida, refertilización, fungicida), tenemos 3 capas más de información por cultivo, y por lo tanto una medida temprana **muy confiable** de cómo evolucionó, de su potencial de rendimiento y de dónde están las mejores y peores partes del lote.

¿POR QUÉ SE DICE QUE SIRVE PARA FERTILIZACIÓN CON FÓSFORO (P) Y POTASIO (K)?

El modelo de máximos y mínimos lo podemos definir de modo que siempre aplique una dosis única independientemente de la medida del sensor. Esto lo podemos hacer para cada ambiente, o para cada zona del campo que deseamos fertilizar de manera diferencial, por lo tanto nos permite hacer aplicación a dosis fija por ambiente de fertilizantes como P y K. La ventaja está en la facilidad de comunicación, carga de mapas de prescripción y descarga de mapas de aplicación. La ventaja de utilizar CROPSCANNER está en que con un mismo equipo se pueden hacer todas las tareas. Operativamente es sencillo. La complejidad del manejo del equipo puede quedar en la oficina y la operación en el equipo de aplicación es muy sencilla, solo "**2 clicks**" siempre en los mismos botones.

¿CUÁL ES EL BENEFICIO ECONÓMICO DE HACER APLICACIÓN VARIABLE?

Lógicamente es una pregunta muy difícil de responder. Depende de que tan variable es el lote y de su historia agrícola. En términos de rendimiento, por ejemplo en trigo, un ejemplo hipotético para un lote con rendimiento medio de 3500Kg/Ha puede ser el siguiente. Es razonable esperar que utilizando una dosis promedio de 100Kg/Ha de N, estamos aplicando en exceso fertilizante en las zonas con un potencial de rendimiento menor a 2000Kg/Ha que sólo necesitarían 50Kg/Ha de N. Por otro lado estamos perdiendo de obtener 6000Kg/Ha en las zonas que lo permiten porque para esto deberíamos haber agregado 150Kg/Ha de N, y por no agregarlos obtuvimos solo 4000 Kg/Ha de trigo. Como se puede observar las pérdidas ocurren por dos vías, gasto en exceso de fertilizante en unas zonas y pérdida de rendimiento en otras. Cada una de estas zonas pueden representar fácilmente el 20-30% del área de un lote, por lo que es fácil darse cuenta que distribuir mejor el fertilizante conlleva a un impacto productivo y económico muy importante que quizá esté entre un 10-30% del margen económico del cultivo. El número exacto depende del lote, y un mapa de rendimiento nos puede dar una idea de la variabilidad del lote y de cuanto pudimos ganar o perder en cada caso.